

# 基于 PIC单片机开发的高精度数据采集器

谢 希<sup>1</sup>,冯勇建<sup>2</sup>

(1.厦门大学 机电工程系,福建 厦门 361005; 2.厦门大学 微机电中心,福建 厦门 361005)

**摘要:** 介绍利用 PIC单片机对 24位的  $\Sigma$  - 模数转换芯片进行应用而开发的一种通用高精度数据采集器。具体介绍了数据采集器中的 A/D转换芯片的工作原理, PIC单片机的通讯模块, 实现数据采集工作的相应电路及程序流程图。

**关键词:** 高精度; A/D转换; PIC单片机

**中图分类号:** TM932      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1006 - 2394(2005)01 - 0053 - 02

## High Precision Data Collector Based on PIC Single Chip

XIE Xi, FENG Yong-jian

(Mechanical&Electrical Engineering Department of Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** In this paper, a common high precision data collector which uses PIC microchip to control the 24 bit  $\Sigma$  - A/D converter is introduced. The principle of A/D converter, the communicating block of PIC microchip, the corresponding circuit and the flowchart are introduced in detail.

**Key words:** high precision; A/D convert; PIC single chip

### 1 ADS1210引脚及功能

ADS1210是一种高精度、宽动态范围,采用单 5V 电源供电,具有 24 位分辨率的新型 A/D 转换器。封装形式有 18 脚双列直插式和 18 线贴片式,引脚功能描述如表 1。

表 1 ADS1210引脚功能

引脚	名称	功能	引脚	名称	功能
1	A <sub>N</sub> P	同相输入端	10	DV <sub>DD</sub>	数字电源
2	A <sub>N</sub> N	反相输入端	11	SCLK	串行时钟输入 / 输出端
3	AGND	模拟地端	12	SDI	串行输入端 (也可输出)
4	V <sub>B</sub> RS	偏置电压输出端	13	SDOUT	串行输出端
5	$\overline{\text{CS}}$	片选输入端	14	$\overline{\text{DRDY}}$	数据准备就绪信号
6	$\overline{\text{DSYNC}}$	同步串行输出控制端	15	MODE	主 / 从模式选择位
7	X <sub>N</sub>	系统时钟输入	16	AV <sub>DD</sub>	模拟电源
8	X <sub>OUT</sub>	系统时钟输出	17	REF <sub>OUT</sub>	参考电压输出 (+2.5V)
9	DGND	数字地端	18	REF <sub>N</sub>	参考电压输入

### 2 ADS1210内部寄存器及工作原理

#### 指令寄存器 (NSR)

指令寄存器是一个 8 位寄存器,它指明了系统是进行读操作还是写操作,并确定读 / 写操作的字节长度以及读 / 写操作寄存器的起始地址。

#### 命令寄存器 (CMR)

命令寄存器是 ADS1210 的关键,它控制着 ADS1210 的所有特性功能。一旦串口时钟的下降沿将数据字节的最后一位写入命令寄存器,新的模式就开始生效。命令寄存器控制 ADS1210 所选用的选项和操作模式,包括可编程增益放大器的增益 (G) 设置、增强模式 (TMR)、输出数据率 (Decimation) 和校正方式等等。

#### 数据输出寄存器 (DOR)

数据输出寄存器保存最近的转换结果。“数据准备就绪信号” $\overline{\text{DRDY}}$ 变为低电平前,寄存器的内容被一个新的结果更新。

#### 失调寄存器 (OCR)

失调寄存器对放入数据输出寄存器前的转换结果进行失调校正。在这种应用中,失调寄存器的内容可能是自校正结果,也可能是系统校正结果,通过串行口可以对失调寄存器进行读写。

#### 满刻度校正寄存器 (FCR)

满刻度校正寄存器对放入数据输出寄存器前的转换结果进行满刻度校正。实际的失调寄存器值和满刻度校正寄存器值随结构、温度和电源的变化而改变。因此,任何状态下的失调寄存器和满刻度校正寄存器的实际值都不能精确地预测,也就是说,给定系统的校正不能简单地通过外部误差的测量来获得某一结果,将其写入寄存器作为校正因子。

与 ADS1210 的通信是在数据转换完成之后,即  $\overline{\text{DRDY}}$  电平为低的时候开始进行的。通常首先是对指令寄存器进行写操作,指明下一步要进行操作的寄存器的起始地址和字节长度以及系统是进行读操作还是

收稿日期: 2004 - 08

作者简介: 谢希 (1982—),男,硕士研究生,主要从事嵌入式系统的研究;冯勇建,男,副教授。

写操作,由此决定接下来进行什么类型的通信。之后随着合适的时钟脉冲产生(SCLK时钟的周期数是由指令寄存器指定的字节长度所决定的),对指令寄存器指定的寄存器进行操作,完毕后等待DRDY引脚的下一个低电平产生,如此反复直到数据采集完成。

### 3 ADS1210测量精度的提高

在实际的测量中,电源是影响精度的重要因素。为了减小其影响,电源必须稳定,噪声小,因此,使用MAX666作+5V电压的稳压芯片,以及利用外围电容的作用减少电压波动。此外,ADS1210可使用本身的校正寄存器,通过编程对A/D转换的数据进行校正,进一步提高测量精度。通过CMR的设置,使用者可自行选择合适的校正模式。在背景校正下,校正以固定的时间间隔重复不断地进行,其他的几种类型,一旦校正运行完成就恢复正常运行。本设计采用背景校正模式。

### 4 PIC单片机及串口通讯模块简介

PIC系列单片机硬件系统设计简洁,指令系统设计精炼。PIC单片机集成了丰富的外围模块,可以通过对内部的寄存器操作实现对外围模块的控制。

串行扩展通信接口是单片机与其他计算机或模块之间进行数据交换的重要渠道。PIC16F87X系列单片机主要配置有2种形式的串口通信模块,即主控同步串行通信MSSP和通用同步/异步收发器USART。其中,MSSP模块主要应用于系统内部

近距离的串行通信,如SPI和I<sup>2</sup>C模式;USART模块主要应用于系统之间的远距离的串口通信。

SPI(Serial Peripheral Interface)是一种单片机外设芯片同步串行扩展接口,由于ADS1210自带一个灵活的同步串行接口与SP通信模式兼容,故本设计中PIC单片机与ADS1210进行的所有数据交换都采用SPI的通信模式。PIC单片机的SP模块电路包含3个主要部分:发送缓冲器、接收缓冲器和移位寄存器。

USART在异步模式下采用的数据格式为1位起始位、8位或9位数据位和1位停止位,无奇偶位校验码,常用的数据为8位。片内提供的8位波特率发生器BRG,可以利用系统时钟信号产生标准的波特率频率为串行传送所用。USART具有分别独立的发送器和接收器,但它们所采用的数据格式和波特率是相同的。本设计运用单片机的USART异步发送功能通过MAX232芯片进行必要的电平转换后向上位机传送所采集的数据。

### 5 硬件主要连接

ADS1210与外部器件接口形式有双线制、三线制、四线制和多线制,此处采用的是四线制实现与单片机的接口,接口信号是数据准备就绪信号(DRDY),数据输入/输出线(SDI)、数据输出线(SDO)、时钟信号线(SCLK)。具体见图1。

### 6 软件实现

PIC单片机程序的流程图如图2。

### 7 运行演示

图3是用来从串口接收数据的软件运行界面,作

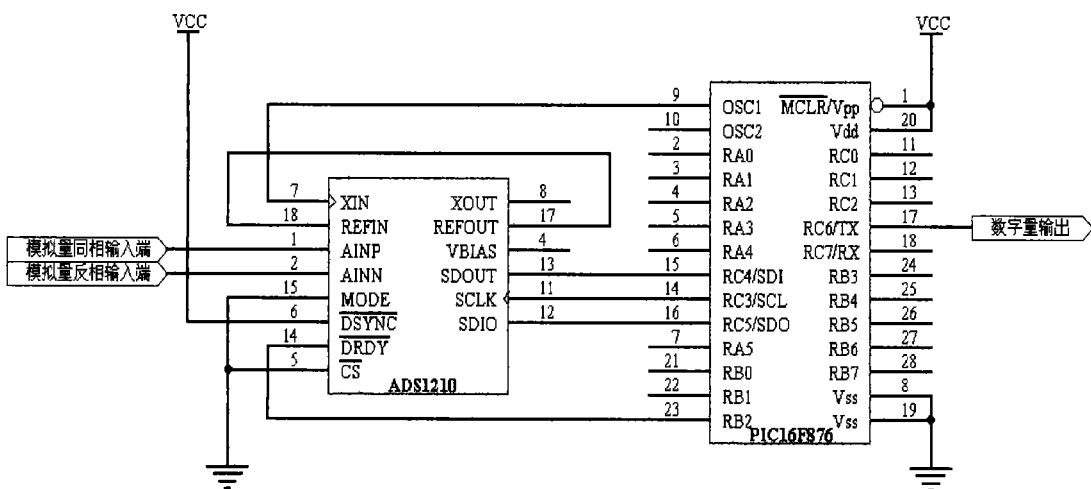


图 1

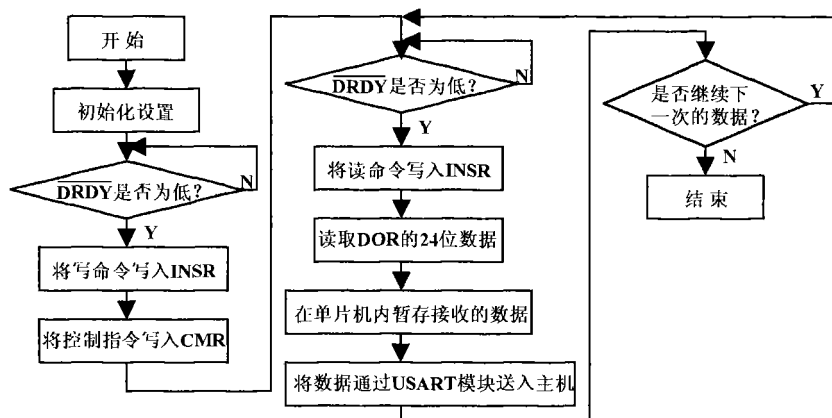


图 2

(下转第 57 页)

```

NC    COUNT1      ; A/D转换结果最高位加一
LJMP  TME0 SEVER_ END
TME05: NC    T0COUNT      ;反向积分,第三次 TME0时间
NC    COUNT1
LJMP  TME0SEVER_ END
TME06: SETB  ADOVERF      ;反向积分,第四次 TM0时间,
                        ;AD上溢出。
MOV   T0COUNT, #00H      ;清 TME0溢出次数计数器
MOV   COUNT1, #00H        ;清 A/D转换结果高位寄存器
CLR   EX0                 ;外部中断 0允许位
MOV   TMOD, #11H
SETB  ET0
SETB  TR0
JB    CHK, $
LJMP  TME0SEVER_ END
ADLOW: SETB  ADLOWF      ;AD下溢处理子程序
MOV   T0COUNT, #00H      ;清零
CLR   EX0                 ;CLOSE外部中断 0允许位
MOV   TMOD, #11H
LJMP  TME0SEVER_ END
TME0SEVER_ END: POP     DPH      ;弹出特殊寄存器
                POP     DPL
                POP     B
                POP     A
                POP     PSW
                RETI
ADNI:  MOV   TCON, #00H      ;AD初始化,清 TME0控制寄存器
MOV   IE, #00H             ;清中断允许寄存器
MOV   TMOD, #11H          ;设 TME0为 16位计数器
SETB  TR0                 ;开 TME0
NOP
SETB  ET0                 ;开 TME0中断
NOP
SETB  PT0                 ;TME0为高优先级
NOP
CLR   EX0                 ;关外部 NT0中断允许位
NOP
SETB  IT0                 ;NT0外部中断 0下降沿触发
SETB  EA                 ;开禁止所有中断位

MOV   T0COUNT, #00H
RET
READAD: MOV  ADC_ H, COUNT1      ;读 A/D接口程序
MOV   ADC_ M, COUNT2
MOV   ADC_ L, COUNT3
CLR   GETADF              ;取走 AD值后清 GETADF
RET
NIPORT: MOV  P1, #0FFH          ;初始化 D口
MOV   P2, #0FFH
MOV   P0, #0FFH
MOV   P3, #0CH
RET
MAN:   MOV  PSW, #00H          ;清除 PSW
MOV   SP, #0C0H            ;定义堆栈
MOV   IE, #00H             ;禁止所有中断
SETB  IT0                  ;NT0由跳变触发
MOV   TMOD, #19H
CALL  NIPORT              ;初始化 I/O口
CALL  ADNI                ;AD初始化
MA NLOOP: JB  GETADF, ADloop      ;A/D是否转换完成
                LJMP MA NLOOP
ADloop: CALL  READAD          ;读 A/D值
                .....
                JMP   MA NLOOP

```

### 3 工艺上应注意的问题

(1) 充放电时间 ( $T$ 和  $t$ )一般不能超过  $2RC$ 。超过时线性误差会增大。

(2) PCB板设计时模数电源的地要分开,单点相接;AD转换部分元件连线尽可能短,这部分元件应与数字部分元件分开;PCB板应采用较厚铜箔的板材。

(3) 保持 PCB板和元件的清洁,模拟部分应涂上防水胶。

(4) 积分电容应采用漏电小的聚丙烯电容,基准分压电阻和积分电阻应采用温度系数和噪声较小的电阻。  
(郁红编发)

(上接第 54页)

为本设计的测试软件。接收区内显示的数据是使用本数据采集器所采集的几组数据,而界面下端的右侧栏RX显示的是接收数据的组数,实验表明,本设计完全

可以达到 20位以上的精度。

### 8 结束语

本设计可用于工业过程控制、仪器仪表、血液分析、智能发射机、电位计、质量标准、压力转换等高分辨率测量场合,例如可用于精度要求较高的电容式测压微传感器的性能测试,具有一定的通用性。

### 参考文献:

- [1] 24-Bit ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER [Z]. Burr-Brown Corporation, 1997.
- [2] 李学海. PIC单片机实用教程——提高篇 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002
- [3] 许金海,冯勇建,邓俊泳. 电容式测压微传感器的特性分析 [J]. 仪器仪表学报, 2001, (4).

(许雪军编发)

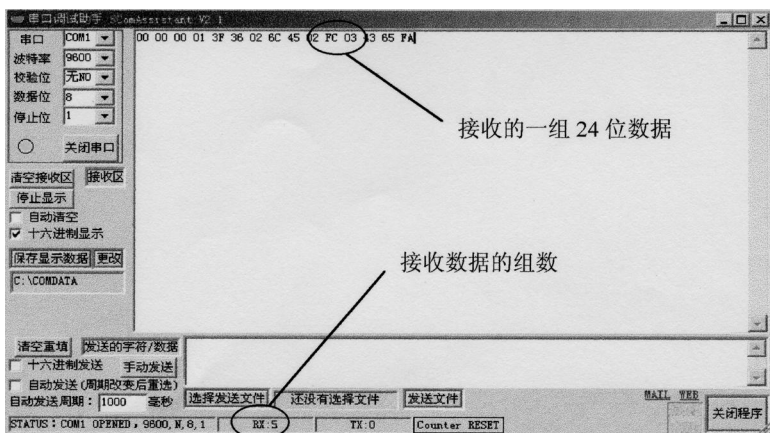


图 3